

Article Review

Dampak Paparan Merkuri Terhadap Gangguan Kesehatan Penambang Emas Skala Kecil: Systematic Review

The Impact of Mercury Exposure on The Health Problems of Small-Scale Gold Miners: Systematic Review

Murniwati Bagia^{1*}, Onny Setiani¹, Mursid Rahardjo¹

¹ Program Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
(Email: murni201277@gmail.com, 081913566238)

ABSTRAK

Pemakaian Merkuri (Hg) untuk pemisahan emas dari batuan (amalgamasi) sangat berbahaya pada kesehatan dimana dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Paparan Hg terjadi akibat mengkonsumsi makanan atau air yang mengandung merkuri atau menghirup partikel merkuri. Tujuan systematic review yaitu untuk mengetahui dampak paparan merkuri terhadap gangguan kesehatan penambang emas skala kecil. Penelusuran literatur artikel terkait dengan menelusuri artikel di jurnal-jurnal PubMed, Researchgate, google scholar search, ChemPubSoc Europe, International Journal of Environment Research and Public Health (IJERP), semantic scholar, International Journal of Education And Research (IJERN) dan Science Direct, geosciences, dan jurnal nasional melalui Portal Garuda Indonesia, Indonesia Widget One Search yang dipublish tahun 2012 hingga tahun 2022 dengan kata kunci "paparan merkuri penambang emas tradisional". Hasil penelitian yaitu terdapat 6 artikel yang menunjukkan bahwa adanya gejala gangguan neurologis dan 5 artikel lainnya menunjukkan adanya gejala gangguan fungsi hati dan ginjal (1), gangguan neurologis dan ginjal (1), gangguan fungsi hati (1) serta gangguan kesehatan lainnya tanpa menyebutkan gangguan kesehatan spesifik (3). Penggunaan merkuri pada pengolahan emas dalam jangka waktu lama sangat berdampak pada kesehatan.

Kata kunci : Paparan Merkuri, Penambang Emas Tradisional, Gangguan Kesehatan

ABSTRACT

The use of Mercury (Hg) for the separation of gold from rock (amalgamation) is very dangerous to health and can cause health problems. Hg exposure occurs as a result of consuming food or water containing mercury or inhaling mercury particles. The purpose of the systematic review is to determine the impact of mercury exposure on the health problems of small-scale gold miners. Search related article literature by searching for articles in journals PubMed, Researchgate, google scholar search, ChemPubSoc Europe, International Journal of Environment Research and Public Health (IJERP), semantic scholar, International Journal of Education And Research (IJERN) and Science Direct, geosciences, and national journals through the Garuda Indonesia Portal, Indonesia Widget One Search which was published from 2012 to 2022 with the keyword "traditional gold mining mercury exposure". The results of the study were that there were 6 articles showing that there were symptoms of neurological disorders and 5 other articles showing symptoms of impaired liver and kidney function (1), neurological and kidney disorders (1), impaired liver function (1) and other health problems without mentioning specific health problems (3). The use of mercury in gold processing in the long term has an impact on health.

Keywords: Mercury Exposure, Traditional Gold Mining, Health Problems

<https://doi.org/10.33860/jik.v16i3.1238>



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

PENDAHULUAN

Merkuri (Hg) merupakan senyawa beracun yang tersebar dipermukaan bumi. Merkuri memiliki berbagai bentuk kimia yaitu gas (Hg^0), anorganik merkuri (Hg^+ dan Hg^{2+}), organologam seperti fenilmerkuri, dimetil merkuri dan methilmerkuri (MeHg). Jenis merkuri yang paling berbahaya adalah metil merkuri (merkuri organik). Pasalnya, sekitar 90% dari kadar metil merkuri yang tertelan atau masuk ke dalam tubuh akan terserap ke dalam darah. Angka ini sangat besar jika dibandingkan dengan merkuri jenis lain yang hanya terserap 2–10% ke dalam darah dan akan mengakibatkan gangguan neurologis, jantung, motorik, reproduksi, genetik, ginjal, dan kondisi imunologi dan gangguan kesehatan lainnya pada penambang emas tradisional. Merkuri merupakan logam beracun yang dapat menyebabkan berbagai efek merugikan kesehatan tergantung pada bentuk merkuri (unsur, anorganik, atau organik) dan jalur, jumlah, dan durasi paparan. Paparan kronis terhadap sejumlah kecil merkuri elemental atau anorganik terjadi terutama melalui inhalasi uap merkuri dan dapat menyebabkan tremor, disfungsi ginjal, dan berbagai gangguan neurokognitif dan perilaku.

Permasalahan Merkuri terhadap lingkungan di Indonesia banyak berasal dari pertambangan emas skala kecil (*Artisanal Small Scale Gold Mining*) atau dikenal dengan istilah PETI (Pertambangan Emas Tanpa Izin). Kegiatan pertambangan ini menggunakan merkuri untuk memisahkan emas dari batuan dengan menggunakan proses yang menghasilkan amalgam. Ada beberapa titik (*hot spot*) yang tersebar di Indonesia. Kegiatan ini dapat menyebabkan paparan merkuri yang terdapat di perairan, sedimen, biota bahkan manusia.² Beberapa penelitian menunjukkan bahwa masih banyak pengolahan emas yang memakai Hg pada proses pengikatan atau penangkapan emas. Pada proses tersebut masih banyak menyisakan emas pada tailing (limbah lumpur) amalgamasi sehingga akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan air. Proses pengolahan emas yaitu penghalusan batuan; proses amalgamasi; proses pemerasan; dan proses pembakaran.

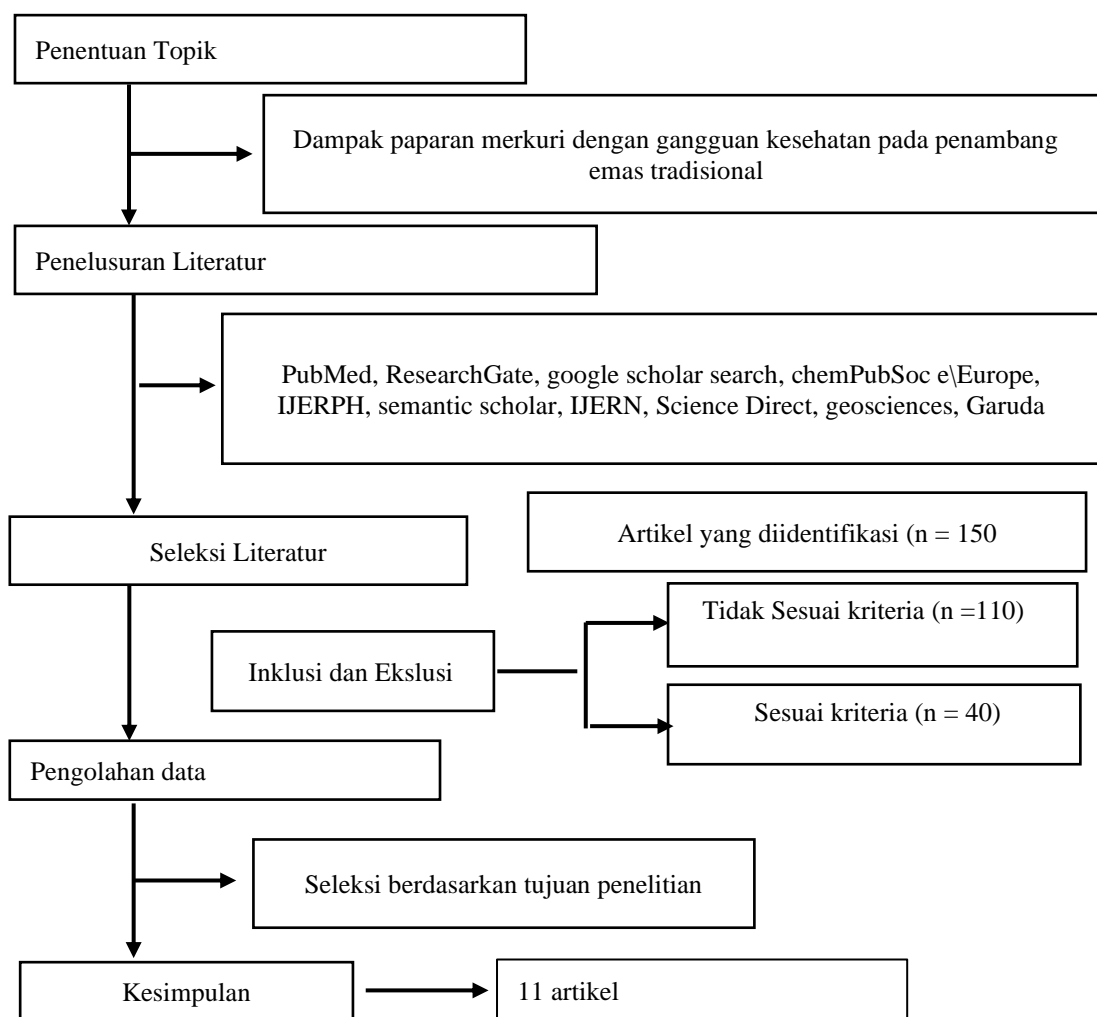
Pemakaian Merkuri (Hg) untuk pemisahan emas dari batuan (amalgamasi) sangat berbahaya pada kesehatan dimana dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Paparan Hg terjadi akibat mengkonsumsi makanan atau air yang mengandung merkuri atau menghirup partikel merkuri.

Tujuan systematic review yaitu untuk mengetahui dampak paparan merkuri terhadap gangguan kesehatan penambang emas skala kecil.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis peneliitian naratif review dengan metode sytematic review untuk mengetahui adanya “dampak paparan merkuri terhadap gangguan kesehatan penambang emas tradisional.” Penelusuran literatur artikel terkait dengan menelusuri artikel di jurnal-jurnal PubMed, Researchgate, google scholar search, ChemPubSoc Europe, International Journal of Environment Research and Public Health (IJERP), semanticscholar, International Journal of Education And Research (IJERN) dan Science Direct, geosciences, dan jurnal nasional melalui Portal Garuda Indonesia, Indonesia Widget One Search yang dipublish tahun 2012 hingga tahun 2022 dengan kata kunci “paparan merkuri penambang emas tradsional”.

Hasil penelusuran didapatkan 150 artikel, selanjutnya diseleksi sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi lalu dianalisis dengan mengevaluasi adanya faktor resiko kesehatan dampak dari paparan merkuri pertambangan untuk relevansinya sehingga didapatkan 11 artikel yang sesuai dengan varibael-variabel yang diteliti yaitu dampak paparan merkuri sebagai variable independen dan gangguan kesehatan merupakan variable deependen. Kriteria inklusi (Artikel tentang dampak paparan merkuri terhadap gangguan kesehatan penambang emas tradisional kurun waktu 2011 sampai dengan 2022; Artikel pengolahan emas dengan merkuri tahun 2011 – 2022; Artikel gejala-gejala gangguan kesehatan efek merkuri penambangan emas traditional tahun 2011-2022. Kriteria eksklusi yaitu artikel yang tidak dapat diakses secara menyeluruh oleh peneliti.



Gambar 1. Alur Sistematis Review

Tabel 1 Temuan Artikel

No	Penulis (Tahun, Sumber)	Subjek penelitian	Hasil temuan
1.	Irwan Mulyadi, Fadly Putrajaya Nur Hasanah, Sri Sumiyati (2021) ³	Sampel rambut dari 20 penambang emas di Desa Tambang Sawah Kabupaten Lebong.	Hasil menunjukkan kadar Hg terdeterksi 1,42 mg/kg – 8,72 mg/kg dan beberapa jenis penyakit yang diderita masyarakat sekitar lokasi penambangan, yaitu gangguan liver (2%), sakit kepala (65%), pusing (20%), tremor (15%), asma (15%), kelelahan (50%), gangguan ginjal (5%), sakit perut (40%) dan nyeri tumit dan punggung (5%). Hal ini karena usia mempengaruhi kesehatan seseorang, fraksi massa tubuh, menurunkan fungsi hati dan ginjal, meningkatkan jaringan lemak, dan mengurangi kecepatan aliran darah, sehingga memperpanjang keberadaan racun dalam tubuh.
2.	Win Thiri Kyaw, Xiaoxu Kuang, Masayuki Sakakibara (2020) ⁴ .	Sampel rambut dari 29 responden yang diambil secara acak dari penduduk Desa Chaung Gyi (18 laki-laki dan 11 perempuan) di Myanmar, Wilayah Mandalay.	Hasil pemeriksaan laboratorium kadar Hg di rambut 0,72 g/g – 1,44 g/g. Secara total, 3 dari 18 penambang menunjukkan tanda dan gejala neurologis keracunan merkuri kronis. Konsentrasi rata-rata merkuri

No	Penulis (Tahun, Sumber)	Subjek penelitian	Hasil temuan
			rambut secara signifikan lebih tinggi pada penambang daripada non-penambang ($P = 0,01$), dan 9 dari 18 penambang dan 2 dari 11 non-penambang menunjukkan tingkat peringatan merkuri. Sekitar 16% dari kelompok penambang menunjukkan tanda dan gejala: keracunan Hg kronis, seperti gangguan sistem saraf, sedangkan non-penambang tidak menunjukkan temuan abnormal.
3.	Indracris S.D. Gundo, Bobby J.V Polii, Jootje M.L Umboh, (2020) ⁵	Sampel urin, kuku dan rambut 40 orang penambang.	Hasil analisa kadar merkuri pada rambut 0,005 $\mu\text{g/g}$ – 10,773 $\mu\text{g/g}$. Terdapat 8 orang penambang dengan kandungan Hg dalam urin, 2 penambang dengan kandungan Hg dalam kuku dan 2 penambang dengan kandungan Hg dalam rambut yang melebihi NAB. Ditemukan mulai adanya gejala-gejala terpapar Hg pada penambang seperti mudah lelah, sakit kepala, pendengaran berkurang, kesulitan menggerakkan kaki, dan tremor.
4.	Yayu Indriati Arifin ¹ , Masayuki Sakakibara, Koichiro Sera, Fenty Usman Puluhaulawa, Fitryane Lihawa, (2020) ⁶	Sampel rambut siswa berusia 13 tahun Tanoyan dan dari penambang Tobongan dan Kotamobagu berusia 50 tahun (36 laki-laki, 14 perempuan) . Pemeriksaan neurologis telah dilakukan pada sejumlah orang di Tanoyan dan Tobongan, Sulawesi Utara.	Rata-rata kadar merkuri pada rambut penduduk dan PESK sekitar 5 ppm. Penilaian neurologis dilakukan pada beberapa penduduk dan penambang emas. 12 gejala ((1) Tanda-tanda perubahan warna kebiruan pada gusi; (2) Kekakuan dan ataksia (berjalan atau berdiri), (3) Gerakan bergantian atau disdiadokokinesia, (4) Gerakan mata tidak teratur atau nistagmus, (5) Bidang penglihatan, (6) Refleks sentakan lutut, (7) Refleks biceps, (8) Refleks Babinski, (9) Refleks labial, (10) Salivasi dan disarthia, (11) Pemeriksaan sensorik dan (12) Tremor.) digunakan untuk menggambarkan gangguan neurologis yang mungkin terkait dengan paparan merkuri.
5.	Yuli Kristianingsih, (2018). ⁷	Sampel darah dari 68 orang responden setelah ditentukan sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi di Lebaksitu.	Hasil pemeriksaan kadar merkuri dalam darah menggunakan metode US EPA dengan alat ICP-MS dimana rata-rata merkuri dalam darah sebesar 26,94 $\mu\text{g/l}$, dengan kadar minimum 0,00 $\mu\text{g/l}$ dan maksimum 188,28 $\mu\text{g/l}$. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat Desa Lebaksitu sudah terpajan dengan merkuri dan akan mulai menimbulkan dampak kesehatan akibat dari pertambangan emas di wilayah tersebut.
6.	Sofia, Ibrahim, Risqa (2018). ⁸	Tilaili Mirza 78 responden (questioner) dari 400 orang yang tinggal di desa-desa yaitu, Paya Seumantok, Panggong, dan Curek. Pengambilan sampel dilakukan secara random sampling dan responden diwawancarai dan diberikan pemeriksaan fisik umum di Aceh Barat, Provinsi Aceh.	Hasil menunjukkan bahwa responden telah mengalami gangguan neurologis seperti sakit kepala (48,7%), insomnia (37,2%), tremor (10,3%), kehilangan memori dan perubahan suasana hati (9,0%), gangguan pendengaran dan gangguan somatosensori (3,8%), dimana proses pekerjaan dan penambangan memiliki hubungan dengan gangguan status neurologis ($p=0,004$) sedangkan lama waktu paparan merkuri tidak menunjukkan hubungan dengan

No	Penulis (Tahun, Sumber)	Subjek penelitian	Hasil temuan
			neurologis gangguan status ($p=0.650$).
7.	Hasriwiani Habo Abbas, Masayuki Sakakibara, Koichiro Sera (2017). ⁹	Sampel rambut 40 responden dari 95 pekerja emas dan 17 responden dari 80 yang bukan penambang sebagai kelompok control, di Makassar, Sulawesi Selatan.	Konsentrasi merkuri pada rambut berkisar antara 2,5 hingga 43,0 $\mu\text{g/g}$. Hasil pemeriksaan neurologis dari 34 pekerja emas dan 17 subjek kelompok kontrol menunjukkan berbagai gejala neurologis, seperti tremor, dan 44%-56% di antaranya mengalami gangguan penglihatan, refleks lambat, gangguan sensorik, kekakuan tidak seimbang, dan ataksia.
8.	Bacrudin Lain, Yusniar Hanani, Tri joko (2016) ¹⁰	Sampel 67 responden (questioner) dari 558 orang dan kerang dan sampel obyek terdiri dari :sampel air sumur gali yang dikonsumsi oleh masyarakat yang lebih terdekat dengan lokas amalgamasi, di desa kayeli kabupaten buru Provinsi Maluku.	Responden yang mengalami gangguan kesehatan dalam 1 bulan terakhir yaitu, responden yang mengalami gatal-gatal sebanyak 34 orang (50,74%), gejala iritasi mata sebanyak 16 responden (23,88%), yang mengalami kesemutan sebanyak 11 orang (16,41%), serta responden yang mengalami gangguan sendi kaku sebanyak 7 orang (10,44%)
9.	Yayu Indriati Arifin, Masayuki Sakakibara, Koichiro Sera, (2015). ¹¹	Sampel rambut dari 95 peserta di Kabupaten Gorontalo Utara (Kwandang ($n = 7$), Monano ($n = 37$) dan Tolinggula ($n = 4$)) antara tahun 2012 dan 2013. Dari 95 peserta, usia rata-rata adalah 23 tahun (kisaran: 8 bulan-63 tahun). Di antara 95 peserta, 19 adalah pekerja PESK di Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo	Rata-rata penduduk terpapar Hg masing-masing 5,7 $\mu\text{g/g}$ (5,0 dan 6,2 $\mu\text{g/g}$). Peningkatan kadar merkuri rambut yang berada di atas rata-rata (7,1 $\mu\text{g/g}$) dan bahkan tingkat merkuri tertinggi (17,9 $\mu\text{g/g}$) ditemukan di antara para penambang PESK.
10.	Nikie Astorina Yunita Dewanti, Onny Setiani, Nurjazuli (2013) ¹²	Sampel darah 41 penambang emas tradisional di Desa Jendi Wonogiri.	Kadar merkuri dalam darah terdeteksi 4,4 ppb hingga 9,373 ppb. 97,56% di atas normal (U.S. EPA: 5.8 ppb). Peningkatan kadar SGOT dialami oleh 24,4% responden, SGPT 17,1% responden dan ALP 58,8% responden atau sebanyak 68,3% responden mengalami gangguan fungsi hati. Secara keseluruhan, data tidak memberikan bukti yang kuat bahwa paparan merkuri berhubungan dengan kejadian disfungsi hati.
11.	Ellen E. Yard & Jane Horton & Joshua G. Schier & Kathleen Caldwell & Carlos Sanchez & Lauren Lewis & Carmen Gastañaga (2012). ¹	Sampel Urin dan Darah dari 103 Penduduk Kota Penambangan Emas Tradisional, Madre de Dios, Peru	Semua peserta memiliki total merkuri urin yang terdeteksi (GM, 5,5 g/g kreatinin; kisaran, 0,7-151 g/g kreatinin) dan 91% memiliki metilmerkuri darah yang terdeteksi (GM, 2,7 g/L; kisaran, 0,6-10 g/L); 13 peserta (13%) melaporkan mengalami disfungsi ginjal dan gangguan neurologis. Konsentrasi total merkuri urin lebih tinggi di antara orang yang memanaskan amalgam emas-merkuri dibandingkan dengan orang yang tidak pernah memanaskan amalgam ($p<0,05$); Temuan menunjukkan bahwa paparan merkuri mungkin tersebar luas di Huaypetue

Tabel 2. Temuan kandungan merkuri dan gejala penyakit

Penulis	Hasil temuan				
	Biomarker / Jumlah kandungan merkuri temuan	Gejala gangguan neurologis	Gejala gangguan fungsi hati	Gejala gangguan fungsi ginjal	Gatal-gatal, ititasi mata, kesemutan, gangguan sendi
Irwan Mulyadi, Fadly Putrajaya Nur Hasanah, Sri Sumiyati (2021) ³	Rambut : 1,42 mg – 8,72 mg/kg	-	1	1	-
Win Thiri Kyaw, Xiaoxu Kuang, Masayuki Sakakibara (2020) ⁴ .	Rambut / 0,72 g/g – 144 g/g	1	-	-	-
Indracris S.D. Gundo, Bobby J.V Polii, Jootje M.L Umboh, (2020) ⁵	Rambut / 0,005 µg/g – 10,77 µg/g	1	-	-	-
Yayu Indriati Arifin1, Masayuki Sakakibara, Koichiro Sera, Fenty Usman Puluhulawa, Fitryane Lihawa, (2020) ⁶	Rambut : 0,51 µg/g – 79,37 µg/g	√	-	-	-
Yuli Kristianingsih, (2018). ⁷	Darah / ≥ 10 µg/g	-	-	-	1
Sofia, Tilaili Ibrahim, Mirza Risqa (2018). ⁸	quesioner	1	-	-	-
Hasriwiani Habo Abbas, Masayuki Sakakibara, Koichiro Sera (2017). ⁹	Rambut : 10,8 µg/g	1	-	-	-
Bacrudin Lain, Yusniar Hanani, Tri joko (2016) ¹⁰	quesioner	-	-	-	1
Yayu Indriati Arifin, Masayuki Sakakibara, Koichiro Sera, (2015). ¹¹	Rambut : 1 g/g – 5 g/g	1	-	-	-
Nikie Astorina Yunita Dewanti, Onny Setiani, Nurjazuli (2013) ¹²	Darah : 4,4 ppb -9,373 ppb	-	1	-	-
Ellen E. Yard & Jane Horton & Joshua G. Schier & Kathleen Caldwell & Carlos Sanchez & Lauren Lewis & Carmen Gastañaga (2012). ¹	Urin : 0,7 g/g – 151 g/g, Darah : 0,6 g/L – 10 g/L	1	-	1	-
TOTAL		6	2	2	2

HASIL

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat gangguan kesehatan pada penambang dan masyarakat sekitarnya. Artikel yang melakukan pemeriksaan kadar Hg pada rambut 7 artikel, pemeriksaan kadar Hg pada darah 2 artikel, pemeriksaan kadar Hg pada urin 1 artikel, pemeriksaan kadar merkuri pada kuku 1 artikel dan 2 penelitian hanya mengumpulkan data-data terkait dengan questioner, dimana terdapat 1 penelitian yang melakukan pemeriksaan sampel 3 biomarker seperti penelitian Indracris S.D. Gundo, dkk., 2020 melakukan pemeriksaan kadar merkuri pada rambut, Urin dan kuku, kemudian Ellen E. Yard, dkk., 2012 meneliti kadar merkuri pada 2 biomarker yaitu pada urin dan darah. 10 Artikel yang melakukan pemeriksaan kadar merkuri pada biomarker menemukan hasil yang melebihi nilai ambang batas.

Tabel 2 menunjukkan bahwa paparan kadar merkuri yang melebihi ambang batas terhadap gangguan kesehatan yang telah dirasakan oleh penambang emas skala kecil. Gangguan kesehatan yang dirasakan adalah gejala neurologis (saraf) 6 artikel, gejala disfungsi ginjal 2 artikel, gejala gangguan fungsi 2 artikel dan gangguan kesehatan lainnya seperti gatal-gatal, iritasi mata, kesemutan, gangguan sendi 2 artikel.

PEMBAHASAN

Adanya gejala-gejala gangguan kesehatan dalam temuan penelitian 11 artikel tersebut bisa disebabkan Hg mudah menguap dan tinggal di biomarker seperti rambut, darah apabila penambang sering menghirup uap Hg. Dalam PERMENKES RI No 57, 2016, Merkuri memiliki toksisitas dan efek kesehatan. Secara umum merkuri elemental dan metilmerkuri sangat toksik terhadap sistem saraf pusat dan perifer, sedangkan merkuri inorganik dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit dan saluran pencernaan menyebabkan gangguan pada ginjal bila tertelan. Gangguan sistem saraf dan perilaku terjadi setelah berbagai bentuk merkuri (Aryl, alkil pendek dan alkil Panjang) terhirup, tertelan, terabsorpsi lewat kulit dengan gejala seperti tremor, insomnia, kehilangan daya ingat, efek neuro muscular, pusing dan disfungsi kognitif dan motoric, anak-anak dan bayi dalam kandungan merupakan populasi yang sangat rentan oleh paparan merkuri. Untuk merkuri dan elemental

dosis aman merkuri yaitu 2,0 µg/kg dan untuk merkuri organik 1 µg/kg. Dampak merkuri terhadap kesehatan tergantung pada jumlah paparan merkuri, lama paparan dan bentuk paparan itu sendiri dan umumnya toksisitas akut berkaitan dengan paparan merkuri organik. Paparan akut ditandai demam, meriang, nafas pendek, metalik taste, sakit dada, (pleuritis) dan dapat disalah artikan sebagai metal fume fever, gejala lain bias berupa stomatitis, lethargy (lemas tidak bertenaga), sakit kepala dan muntah-muntah sedangkan paparan kronis memiliki gejala bervariasi meliputi gangguan pada ginjal, syaraf, psikologi, dan kulit termasuk anokresia, kehilangan berat badan, kelelahan, lemah otot yang bias mengindikasikan berbagai penyakit. Gejalanya apabila terpapar merkuri organik mirip dengan merkuri elementer seperti ataxia, tremor, tulisan tidak jelas, bicara kurang jelas, acrodynia (pink disease, alergi merkuri) yang biasanya diakibatkan paparan jangka panjang merkuri elemental yang terkonversi menjadi merkuri anorganik. Terlepas dari bentuk kimia merkuri yang terpapar, ginjal dan syaraf pusat merupakan 2 organ target toksisitas.¹³

Keracunan akut adalah keracunan yang terjadi dalam waktu singkat atau seketika, dapat terjadi karena keracunan dalam dosis tinggi dan atau akibat daya tahan yang rendah. Keracunan akut yang ditimbulkan oleh logam merkuri dapat diketahui dengan mengamati gejala-gejala berupa: peradangan pada tekak (pharyngitis), rasa sakit pada bagian perut, mual-mual dan muntah, muntah disertai dengan darah dan shock.¹⁴ Sedangkan Keracunan kronis adalah keracunan yang terjadi secara perlahan dan berlangsung dalam selang waktu yang panjang. Penderita keracunan kronis biasanya tidak menyadari bahwa dirinya telah menumpuk sejumlah racun dalam tubuh mereka, sehingga pada batas daya tahan yang dimiliki tubuh, racun yang telah mengendap dalam selang waktu yang panjang.¹⁴

Adapun dampak paparan merkuri terhadap kesehatan adalah¹⁵: 1) Gangguan pencernaan dimana efek merkuri pada sistem pencernaan ditandai dengan adanya gejala sakit perut, gangguan pencernaan, penyakit radang usus dan diare berdarah. 2) Gangguan ginjal dimana bentuk Hg anorganik dan organik terakumulasi dengan cepat di ginjal. 3) Gangguan otak. Hg⁰ berbahaya jika terhirup meski dalam jumlah sedikit karena memiliki sifat mudah menguap. Paparan Hg⁰ diudara

dapat langsung masuk ke paru-paru dan sekitar 74% tertahan di dalam tubuh manusia.

Penelitian Kyaw WT, 2020 di Myanmar, uap unsur Hg yang terhirup dalam aliran darah dapat melewati sawar darah-otak dan teroksidasi menjadi Hg⁺⁺, yang selanjutnya terakumulasi di otak. Bentuk teroksidasi dari unsur Hg mengikat kuat ke selenium atau kelompok sulfhidril (SH) di otak, yang dapat mengakibatkan deposit otak persisten. Unsur Hg juga disimpan di ginjal, mirip dengan otak, selama beberapa minggu atau bulan. Oleh karena itu, semakin lama durasi paparan unsur Hg, semakin besar kerusakan kumulatif pada sistem saraf pusat dan ginjal. Dengan demikian, konsentrasi Hg urin, yang berasal langsung dari jaringan ginjal, dapat menunjukkan keadaan paparan kronis unsur Hg dan dianggap sebagai bioindikator yang paling dapat diandalkan untuk keracunan unsur Hg kronis.⁴ Wanita yang terpapar MeHg tingkat tinggi dapat menularkan merkuri ke janin dalam kandungan dan bayi melalui ASI (World Health Organization (WHO), 2008).¹⁶

Gejala klinis keracunan merkuri akan muncul setelah 5- 10 tahun mendatang tergantung pada besarnya paparan yang terjadi di lingkungan tersebut. Untuk mengetahui adanya paparan merkuri (Hg) di dalam tubuh dapat diketahui melalui pengukuran kadar polutan di dalam jaringan tubuh, seperti rambut, darah, urin, kuku dan ASI (Air Susu Ibu). Pengukuran terhadap jaringan tubuh ini dikenal sebagai Biological Markers atau Biomarker yang akan membantu dalam penilaian paparan suatu polutan.¹⁷ Menghirup uap merkuri selama bekerja mungkin merupakan jalur paparan yang paling penting, paparan lain seperti kontak kulit atau makanan atau air yang terkontaminasi tidak dikecualikan. Beban tubuh merkuri dipertimbangkan tanpa membedakan antara rute paparan atau bentuk merkuri.¹⁸

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya paparan merkuri pada penambang adalah masa kerja, lama kerja, frekwensi paparan, meroko sambil bekerja, penggunaan alat pelindung diri. Masa kerja berkaitan dengan akumulasi bahan kimia di dalam tubuh. Semakin lama orang bekerja, semakin sering pula orang tersebut terpajan dan kontak secara langsung dengan merkuri. Para penambang pada umumnya tercemar merkuri melalui kontak dengan kulit dan menghirup uap merkuri pada saat proses pengolahan bahan tambang

untuk mendapatkan logam emas. Saluran pernapasan merupakan jalan utama penyerapan raksa dalam bentuk unsur. Persen pengendapan dan akumulasinya adalah tinggi, lebih kurang 80% karena sifatnya yang larut di dalam lipida.¹⁹ Lama seseorang bekerja dan selama itu pula orang tersebut terpapar merkuri. Merkuri bersifat akumulatif maka semakin lama orang tersebut bekerja akan semakin banyak pula jumlah merkuri di dalam tubuhnya.¹⁴ Nilai ambang batas (NAB) bahan kimia adalah konsentrasi rata-rata pajanan bahan kimia tertentu yang dapat diterima oleh hamper semua pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam perhari atau 40 jam perminggu.²⁰ *Time Weighted Average (TWA)* adalah konsentrasi rata-rata tertimbang waktu di tempat kerja yang dapat diterima oleh hamper semua pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam perhari dan 40 jam perminggu.²⁰ *Short term Exposure Limit (STEL)* adalah konsentrasi rata-rata tertinggi dalam waktu 15 menit yang diperkenankan dan tidak boleh terjadi lebih dari 4 kali, dengan periode antar pajanan minimal 60 menit selama pekerja melakukan pekerjaannya dalam 8 jam kerja perhari.²⁰ Kandungan merkuri pada asap mainstream rokok mencapai 11,5 nanogram (ng) per batang, sedangkan pada asap sidestream rokok mencapai 16,6 nanogram (ng) per batang rokok. Oleh karena itu, semakin sering seseorang merokok maka tingkat keterpaparannya terhadap merkuri semakin tinggi. Merokok berhubungan secara signifikan dengan akumulasi kadar merkuri dalam rambut, dan konsentrasi merkuri berhubungan dengan tekanan darah sistol (p-value = 0,005) dan distol (pvalue=0001).¹⁹

Adapun solusi untuk mengganti merkuri dalam pengolahan emas tradisional yaitu Teknologi Pelindian (Leaching) Tiosulfat dimana biji dipecah dengan menggunakan Jaw Cusher kemudian dihaluskan sampai 200 mesh dengan Ball Mill sampai homogen. Biji akan dilakukan proses leaching dengan menggunakan tiosulfat yang basa atau mendekati netral dan dengan bantuan oksigen, emas, akan terlarut dalam bentuk kompleks $Au(S_2O_3)_2^{3-}$. Solusi ini merupakan alternatif mengganti pemakaian merkuri dan sianida.²¹

KESIMPULAN DAN SARAN

Sebelas artikel terpilih menunjukkan adanya dampak paparan merkuri terhadap gangguan kesehatan ginjal, syaraf, psikologi, dan kulit termasuk anokresia, kehilangan berat badan, kelelahan, lemah otot yang bisa mengindikasikan berbagai penyakit seperti gejala gangguan neurologis tremor, insomnia, kehilangan daya ingat, efek neuro muscular, pusing dan disfungsi kognitif dan motoric, anak-anak dan bayi dalam kandungan merupakan populasi yang sangat rentan oleh paparan merkuri. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian merkuri pada pengolahan emas tradisional sangat berbahaya bagi kesehatan.

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

DAFTAR PUSTAKA

1. Yard EE, Horton J, Schier JG, Caldwell K, Sanchez C, Lewis L, et al. Mercury Exposure Among Artisanal Gold Miners in Madre de Dios, Peru: A Cross-sectional Study. *J Med Toxicol.* 2012;8(4):441–8.
2. KLHK Admin. Apa itu merkuri? [Internet]. 2018. Available from: <https://sitkb3.menlhk.go.id/infomerkuri/?p=334>
3. Mulyadi I, Putrajaya F, Hasanah N, Sumiyati S. Mercury content on hair as an indication of mercury exposure on gold miners in Tambang Sawah Village, Lebong Regency. *Ann Trop Med Public Health.* 2021;24(01).
4. Kyaw WT, Kuang X, Sakakibara M. Health impact assessment of artisanal and smallscale gold mining area in Myanmar, Mandalay Region: Preliminary research. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(18):1–12.
5. S.D. Gundo I, J.V Polii B, M.L, Umboh J. Kandungan Merkuri pada Penambang Emas Rakyat. *Indones J Public Heal Community Med Univ Sam Ratulangi.* 2020;1(3):13–8.
6. Arifin YI, Sakakibara M, Sera K, Fenty Usman P, Lihawa F. Mercury exposure from small scale gold mining activities and neurological symptoms on inhabitants and miners: A case study in Bolaang Mongondow, North Sulawesi Province, Indonesia. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;589(1).
7. Kristianingsih Y. Bahaya Merkuri Pada Masyarakat Dipertambangan Emas Skala Kecil (Pesk) Lebaksitu. *J Ilm Kesehat.* 2019;10(1):32–8.
8. Sofia S, Ibrahim T, Risqa M. Neurological Status Disturbances Caused by Mercury Exposures from Artisanal Gold Mining Area in West Aceh, Aceh Province. 2017;(January).
9. Abbas HH, Sakakibara M, Sera K, Arma LH. Mercury exposure and health problems in urban artisanal gold mining (UAGM) in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *Geosci [Internet].* 2017;7(3). Available from: <file:///C:/Users/acer/Downloads/geosciences-07-00044.pdf>
10. Lain B, Danudianti Y, Joko T. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Merkuri Pada Masyarakat Di Area Penambangan Emas Tanpa Ijin (Peti) Desa Kayeli Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *J Kesehat Masy.* 2016;4(2):129–38.
11. Arifin YI, Sakakibara M, Sera K. Impacts of artisanal and small-scale gold mining (ASGM) on environment and human health of Gorontalo utara regency, Gorontalo Province, Indonesia. *Geosci.* 2015;5(2):160–76.
12. Astorina N, Dewanti Y, Setiani O. Hubungan Paparan Merkuri (Hg) Dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati Pada Pekerja Tambang Emas di Wonogiri. *J Kesehat Lingkung Indones.* 2013;12(1):64–9.
13. Permenkes. PERMENKES RI No. 57 Tahun 2016 Rencana Aksi Nasional Pengendalian Dampak Kesehatan Paparan Merkuri 2016–2020. 2016.
14. Syafruddin. Dampak Lama Bekerja Terhadap Kadar Merkuri (Hg) dalam Darah pada Pekerja Tambang Emas Tradisional di Desa Pantan Luas Kabupaten Aceh Selatan [Internet]. Repositori Institusi USU, Universitas Sumatera Utara. 2015. 1–79 p. Available from: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/15117>
15. Ajeng Arum Sari, Sunu Pertiwi, Miranti Aryani, Yohanes Susanto Ridwan DF. Buku Saku Merkuri : Menuju Penghapusan Merkuri di Pertambangan Emas Skala Kecil. In: penerbit.brin.go.id. 2022.
16. Gonzalez DJX, Arain A, Fernandez LE. Mercury exposure, risk factors, and perceptions among women of childbearing age in an artisanal gold mining region of the Peruvian Amazon. *Environ Res.* 2019;179(April).
17. Zaharani F, Salami IRS. Kandungan Merkuri Pada Urin Dan Rambut Sebagai Indikasi Paparan Merkuri Terhadap Pekerja Tambang Emas Tanpa Izin (Peti) Di Desa Pasar Terusan Kecamatan Muara Bulian Kabupaten Batanghari – Jambi. *J Teh Lingkung.* 2015;21(2):168–79.
18. Steckling N, Bose-O'Reilly S, Pinheiro P, Plass D, Shoko D, Drasch G, et al. The burden of chronic mercury intoxication in artisanal small-scale gold mining in Zimbabwe: Data availability and preliminary estimates. *Environ*

- Heal A Glob Access Sci Source. 2014;13(1).
19. Novarianti. Analisis Faktor Risiko Paparan Merkuri (Hg) Pada Penambang Emas Di Kelurahan Kawatuna Analisis Faktor Paparan Merkuri (Hg). 2013; Universitas Hasanuddin. Available:
<http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/9941/>
 20. Anita Chaudhari, Brinzel Rodrigues SM. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. 2016. p. 390–2.
 21. Aisyah Syafei KPB. Penyediaan Alternatif Teknologi Pengolahan emas Non Merkuri. In: sitkb3.menlhk.go.id [Internet]. 2019. p. (http://sib3pop.menlhk.go.id/index.php/articles/vi. Available from: <https://sitkb3.menlhk.go.id/infomerkuri/?p=4652>